

Ćwiczenie 5

Kondensatory

Cel ćwiczenia

Wyznaczenie parametrów kondensatora próżniowego oraz zawierającego dielektryk, badanie układów kondensatorów, wyznaczanie przenikalności elektrycznej próżni, sprawdzenie zgodności wyników doświadczalnych z teorią.

Wymagane wiadomości teoretyczne

Parametry kondensatora, energia kondensatora. Układy kondensatorów, pojemności zastępcze, parametry kondensatorów połączonych w układy. Metoda regresji liniowej.

Wykonanie ćwiczenia

Ściągnąć i uruchomić symulację „Kondensatory.jar” (jest sprawdzona i bezpieczna) oraz zapoznać się z jej funkcjonalnościami. Prowadzący ćwiczenie wskaże, które z poniższych punktów instrukcji należy wykonać w ramach zajęć.

1. Zakładka „Wstęp”.

- a) Dla wybranej, innej niż domyślna powierzchni okładek wyznaczyć zależność natężenia pola elektrycznego od odległości okładek, dla wybranej różnicy potencjałów na baterii.
 - b) Dla wybranej, innej niż domyślna odległości okładek wyznaczyć zależność energii kondensatora od powierzchni okładek, dla wybranej różnicy potencjałów na baterii.
- Opcjonalnie:
- c) Dla kondensatora naładowanego i odłączonego od baterii, wyznaczyć zależność różnicy potencjałów między okładkami oraz natężenia pola elektrycznego od powierzchni okładek

Opracowanie wyników.

- a) Dla punktu 1. a) i b) wykonać odpowiednie wykresy.
- b) Dodatkowo do punktu 1 b) korzystając z funkcji *REGLINP* wyznaczyć parametr prostej regresji, wstawić prostą regresji do wykresu 1 b) i na tej podstawie obliczyć wartość przenikalności dielektrycznej powietrza. Porównać otrzymaną wartość ϵ_0 z danymi tablicowymi.
- c) Jeżeli wykonywane są pomiary z punktu 1. c) wykonać wykresy i uzasadnić je odpowiednimi równaniami.
- d) Do zależności $E(S)$ dopasować odpowiednią krzywą i na podstawie parametrów dopasowania obliczyć zgromadzony w kondensatorze ładunek. Porównać otrzymaną wartość z odczytem wartości ładunku w symulacji.
- e) Przeprowadzić dyskusję niepewności pomiarowych.

2. Zakładka „Dielektryk”.

Po wybraniu materiału dielektryka (dla „typowego” ustawić jego przenikalność), ustawić inne niż domyślne powierzchnie i odległość okładek. Na podstawie odczytanej powierzchni, obliczyć długość boku a okładki kondensatora w celu poprawnego obliczania długości X dielektryka wsuwanego między okładki.

- a) Dla wybranej wartości napięcia między okładkami, wyznaczyć zależność pojemności kondensatora, zgromadzonego ładunku i energii kondensatora, od długości X dielektryka wsuniętego między okładki kondensatora.

- b) Dla takiej samej jak w poprzednim punkcie powierzchni i odległości okładek, wsunąć całkowicie do kondensatora dielektryk „typowy” i zmieniając jego stałą dielektryczną, wyznaczyć zmiany energii kondensatora i natężenia pola między jego okładkami.
- c) Naładować kondensator zawierający „typowy” dielektryk i odłączyć od zasilania. Zapisać wartość zgromadzonego ładunku i pojemność kondensatora bez dielektryka. Następnie wsunąć całkowicie płytkę dielektryka i zmieniając stałą dielektryczną wyznaczyć zależność energii kondensatora oraz natężenia pola elektrycznego między okładkami od stałej dielektrycznej.

Opracowanie wyników.

- a) Dla punktu 2. a) wykonać odpowiednie wykresy.
- b) Rozpatrzeć kondensator z częściowo wsuniętym dielektrykiem jako połączenie kondensatora próżniowego i zawierającego dielektryk. Zapisać równanie na pojemność zastępczą takiego kondensatora w funkcji odległości X .
- c) Korzystając z funkcji *REGLINP* wyznaczyć parametry prostej regresji, wstawić prostą regresji do wykresu i z parametrów prostej wyznaczyć wartość przenikalności dielektrycznej próżni ϵ_0 .
- d) Porównać otrzymaną wartość z wyznaczoną w punkcie 1 b) lub tablicową i przeprowadzić dyskusję niepewności pomiarowych.
- e) Dla punktu 2 b) zapisać wzory określające zależność C , Q oraz E od stałej dielektrycznej i sprawdzić czy otrzymane wyniki są z nimi zgodne.
- f) Dla punktu 2 c) wykonać wykresy i uzasadnić je odpowiednimi równaniami.
- g) Dopasować do zależności energii od stałej dielektrycznej odpowiednią krzywą i na podstawie parametrów dopasowania i wartości zgromadzonego ładunku, obliczyć pojemność kondensatora próżniowego. Porównać otrzymaną wartość z odczytem wartości pojemności w symulacji.
- h) Przeprowadzić dyskusję niepewności pomiarowych.

3. Zakładka „Układy kondensatorów”

Dla wybranego napięcia zasilania ustawić minimalną pojemność pojedynczego kondensatora. Zapisać zgromadzony ładunek i energię kondensatora.

Połączenia szeregowe kondensatorów:

- a) Dobrać odpowiednie, identyczne pojemności dwóch kondensatorów, aby pojemność układu uzyskać identyczną, jak dla pojedynczego kondensatora. Zapisać ładunek i energię zgromadzoną w układzie kondensatorów.
- b) Powtórzyć punkt a) dla trzech połączonych kondensatorów.

Połączenia równoległe kondensatorów:

- c) Ustawić maksymalną pojemność dla pojedynczego kondensatora i zapisać zgromadzony ładunek i jego energię. Powtórzyć punkty a) i b) dla równoległego połączenia kondensatorów.

Połączenia mieszane kondensatorów:

- d) Wybrać układ dwóch równoległe i jednego szeregowo połączonych kondensatorów, ustawić jednakowe pojemności kondensatorów połączonych równoległe i tak dobrać pojemność kondensatora dołączonego szeregowo, aby całkowita pojemność układu była minimalna – jak w punkcie a). Zapisać ładunek i energię zgromadzoną w układzie kondensatorów.
- e) Wybrać układ dwóch szeregowo i jednego równoległe połączonych kondensatorów, ustawić jednakowe pojemności kondensatorów połączonych szeregowo i tak dobrać pojemność kondensatora dołączonego równoległe, aby całkowita pojemność układu była maksymalna – jak w punkcie c). Zapisać ładunek i energię zgromadzoną w układzie kondensatorów.

Opracowanie wyników.

- a) Dla punktu 3 a) obliczyć na podstawie danych z symulacji ładunek i energię pojedynczego kondensatora w układach 2 i 3 kondensatorów.
- b) Powtórzyć powyższe obliczenia dla pomiarów z punktu 3 c).
- c) Dla punktu 3 d) obliczyć na podstawie danych z symulacji ładunek i energię kondensatora C_1 dołączonego szeregowo.
- d) Dla punktu 3 e) obliczyć na podstawie danych z symulacji ładunek i energię kondensatora C_3 dołączonego szeregowo.
- e) Porównać otrzymane wyniki z obliczeniami teoretycznymi dla tych układów i wyciągnąć odpowiednie wnioski.

Polecana literatura

1. Resnick, Halliday, Walker t.3, rozdz. 26.

2. Wykłady